

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Hitoshi MIYANO
Serial No. : To Be Assigned
Filed : Herewith
For : LIGHT GUIDE AND ENDOSCOPE
Examiner : N/A
Group Art Unit : N/A



*Li. Paul
8-17-02
#2 Priority
Paper*

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV001418005US

Date of Deposit: December 18, 2001

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

Charles Jackson
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

Charles Jackson
(Signature of person mailing paper or fee)

745 Fifth Avenue
New York, New York 10151

**FILING OF PRIORITY APPLICATION
TO PERFECT CLAIM FOR PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

A claim for priority under the provision of 35 U.S.C. §119 is hereby entered in the above-identified application.

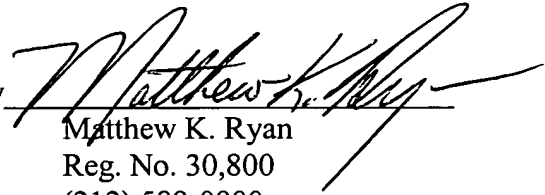
In support thereof, enclosed are certified copies of Japanese Patent Application
Number 2000-386973 filed in Japan on December 20, 2000.

Entrance of the priority claim is respectfully solicited.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicant

By



Matthew K. Ryan
Reg. No. 30,800
(212) 588-0800

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCS03 U.S. PTO
10/023624
12/18/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-386973

出 願 人

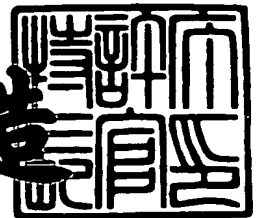
Applicant(s):

富士写真光機株式会社

2001年 9月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3083417

【書類名】 特許願

【整理番号】 FJ00-016

【提出日】 平成12年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 23/26
A61B 01/06

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 宮野 俊

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100109656

【弁理士】

【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

【識別番号】 100098785

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ライトガイドおよび内視鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多数の光学繊維を束ねて構成されると共に、照明光を前記光学繊維によって導いて出射端から出射するよう構成されたライトガイドにおいて

出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるように構成されている

ことを特徴とするライトガイド。

【請求項 2】 前記出射端近傍に、前記出射端面の中心部から出射される光を部分的または完全に遮る遮光手段が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載のライトガイド。

【請求項 3】 前記光学繊維が、前記出射端面の中心部において疎、周縁部において密となるように配置されている

ことを特徴とする請求項 1 記載のライトガイド。

【請求項 4】 さらに、出射端側に、平凹レンズで構成された照明光学系を備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のライトガイド

【請求項 5】 出射端側から順に、側面部が光の反射機能を有すると共に、光の出射側が凸レンズの機能を有した光学素子と、少なくとも一つの凸レンズとを有した照明光学系を、さらに、出射端側に備えた

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のライトガイド。

【請求項 6】 観察対象物を照明するための照明手段と、この照明手段によって照明された観察対象物を観察するための観察手段とを備えた内視鏡であって

前記照明手段は、多数の光学繊維を束ねて構成されたライトガイドと、このライトガイドの出射端側に配設された照明光学系とを有し、

前記ライトガイドは、

出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される

光の量に比べて相対的に少なくなるように構成されている

ことを特徴とする内視鏡。

【請求項 7】 前記ライトガイドの出射端近傍に、前記出射端面の中心部から出射される光を部分的または完全に遮る遮光手段が設けられている

ことを特徴とする請求項 6 記載の内視鏡。

【請求項 8】 前記ライトガイドの光学繊維が、前記出射端面の中心部において疎、周縁部において密となるように配置されている

ことを特徴とする請求項 6 記載の内視鏡。

【請求項 9】 前記照明光学系は、平凹レンズで構成されていることを特徴とする請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の内視鏡。

【請求項 10】 前記照明光学系は、

出射端側から順に、

側面部が光の反射機能を有すると共に、光の出射側が凸レンズの機能を有した光学素子と、

少なくとも一つの凸レンズと

を有することを特徴とする請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照明光を導くために利用されるライトガイド、およびライトガイドによって導かれた照明光によって観察対象物を照明して観察を行う内視鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】

内視鏡は、主として、患者の体腔内の観察を行うための医療用のものと水道管などの観察を行うための工業用のものがある。内視鏡の観察対象となる体腔内などは通常、暗所であるから、その観察を行うためには外部から照明を行う必要がある。内視鏡の照明手段としては、ライトガイドを使用するのが一般的である。ライトガイドは、多数の光学繊維（光ファイバ）を束ねたものであり、一方の

端部（入射端）から入射された照明用の光を、他方の端部（出射端）から出射するようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来、内視鏡における照明状態を改良するために様々な方策が試みられているが、その主たる目的は、配光分布を視野の中心から周辺までできるだけ平坦にすることである。ライトガイドを用いた照明では、通常、視野の中心部の配光が周辺部に比べて明るくなりすぎる傾向がある。そのために、従来から、ライトガイドの出射端に配設される照明光学系を改良した提案が種々なされている。従来の提案によってもそれなりに配光分布の平坦化の効果が発揮されているが、配光分布のさらなる平坦化が要求される場合がある。

【0004】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、配光分布の平坦化を図ることができるライトガイドおよび内視鏡を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明によるライトガイドは、出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるように構成されているものである。本発明によるライトガイドは、より具体的には、例えば、出射端近傍に、出射端面の中心部から出射される光を部分的または完全に遮る遮光手段を設けたものである。また、光学繊維を、出射端面の中心部において疎、周縁部において密となるように配置して構成しても良い。

【0006】

本発明による内視鏡は、観察対象物を照明するための照明手段と、この照明手段によって照明された観察対象物を観察するための観察手段とを備え、照明手段として、ライトガイドと、このライトガイドの出射端側に配設された照明光学系とを有し、ライトガイドを、上述の本発明によるライトガイドで構成したものである。

【0007】

本発明によるライトガイドでは、出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなり、従来明るくなりがちだった中心部の光量が落とされ、配光分布が全体的に平坦化される。

【 0 0 0 8 】

本発明による内視鏡では、本発明によるライトガイドによって平坦化された配光分布の照明がなされるので、観察しやすい環境が得られる。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る内視鏡の概略を示している。この内視鏡 1 0 は、操作者によって操作される手元操作部 1 1 と、この手元操作部 1 1 の一端に連設され、観察対象部分に挿入される挿入部 1 2 とを備えている。挿入部 1 2 は、手元操作部側から順に、軟性部 1 2 A と、アングル部 1 2 B と、先端硬質部 1 2 C とを有している。アングル部 1 2 B は、先端硬質部 1 2 C を所望の方向に向けるためのものであり、手元操作部 1 1 の操作に応じて湾曲させることが可能となっている。

【 0 0 1 1 】

この内視鏡 1 0 は、また、手元操作部 1 1 の他端に連設された軟性ケーブル 1 3 を備えている。軟性ケーブル 1 3 には、光伝送用のケーブル 1 4 と、像伝送用のケーブル 1 5 とが挿通されている。

【 0 0 1 2 】

光伝送用のケーブル 1 4 の内部には、多数の光学繊維 4 1 を束ねて構成されたライトガイド L G (図 3 参照) が挿通されている。ライトガイド L G の一端 (光の入射端) は、光源装置 1 6 に接続され、他端 (光の出射端) は、先端硬質部 1 2 C にまで延在している。光源装置 1 6 は、図示しないが、光源としてのランプとこのランプからの光をライトガイド L G の入射端に集光するための集光用レンズとを含んで構成されている。像伝送用のケーブル 1 5 は、いわゆる電子内視鏡 (ビデオ内視鏡) のように観察系が C C D (電荷結合素子) などを用いて像の伝

送を電子的に行うものである場合には、電気的な信号線によって構成される。この場合、ケーブル 1 5 を構成する信号線の一端は、図示しない信号処理回路に接続され、その信号処理後の映像が図示しないモニタなどに出力される。また、光学式の内視鏡のように像の伝送を光学的に行う場合には、像伝送用のケーブル 1 5 は多数の光学繊維を束ねたイメージガイドによって構成される。この場合、イメージガイドの一端は、図示しない接眼光学系に光学的に接続され、イメージガイドによって伝送された光学像が接眼光学系を介して出力される。信号線またはイメージガイドの他端は、先端硬質部 1 2 C にまで延在している。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、先端硬質部 1 2 C の先端面の構造を示している。先端硬質部 1 2 C の先端には、観察窓 2 1 と、一对の照明窓 2 2 (2 2 A, 2 2 B) と、処置具導出口 2 3 と、ノズル 2 4 とが設けられている。処置具導出口 2 3 は、鉗子その他の処置具を導出させるためのものである。ノズル 2 4 は、観察窓 2 1 に向けて洗浄用の流体を供給するためのものである。

【 0 0 1 4 】

観察窓 2 1 は、先端硬質部 1 2 C の先端面において、例えば中央部に配置されている。この観察窓 2 1 は、観察対象物を観察するためのものであり、内部には観察用の対物光学系が装着されている。対物光学系の結像側には、CCD などの撮像装置またはイメージガイドなどが配置される。ここで、本実施の形態において、観察窓 2 1 から対物光学系を経て像伝送用のケーブル 1 5 に至る構成部分が、本発明における「観察手段」の一具体例に対応する。

【 0 0 1 5 】

一对の照明窓 2 2 は、例えば、観察窓 2 1 からほぼ等しい距離だけ離間した位置に配置されている。なお、照明窓 2 2 は、2 つに限らず、1 つのみまたは 3 つ以上設けられていても良い。この照明窓 2 2 は、観察対象物を照明するためのものであり、内部には図 3 に示したような照明光学系 3 0 が装着されている。

【 0 0 1 6 】

図 3 は、ライトガイド L G の出射端側の構成を示している。なお、図 3 において、符号 Z o b j で示す側が観察側（照明窓側）、すなわち、照明光を照射する

側である。ライトガイドLGの出射端側には照明光学系30が設けられている。照明光学系30は、ライトガイドLGによって導かれた光源装置16からの照明光を発散させ、照明範囲を広げる機能を有している。照明光学系30は、図3に示したように凹レンズによって構成されていても良いが、後述の実施例に係る照明光学系30B（図11）のように複数の凸レンズを組み合わせた構成であっても良い。

【0017】

ライトガイドLGは、出射端面36の中心部から出射される光の量が、出射端面36の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるように構成されている。

【0018】

図4は、ライトガイドLGの出射端面36の構造の一例を示している。図4に示した構成例は、ライトガイドLGの出射端近傍に、光を遮光するマスク42を設けたものである。マスク42は、例えば円形のものであり、光軸Z0を中心として配置されている。ただし、マスク42の形状は、円形に限らず例えば多角形状であっても良い。マスク42は、例えば、接着剤によってライトガイドLGの出射端面36に直接取り付けられる。マスク42は、例えばステンレス板を黒色処理することなどによって構成しても良いし、ガラスなどに遮光性を有する物質を蒸着して構成しても良い。マスク42の材料は、光を遮ることが可能なものであれば良く、特に限定されない。マスク42が設けられていることにより、出射端面36における中心部の出射光が光軸Z0を中心として遮光される。図4に示した構成では、マスク42を付加するだけなので、従来のライトガイドを利用することも可能であり簡便な構成である。

【0019】

なお、ライトガイドLGの出射端面36に端面を保護するための保護ガラスが設けられている場合には、その保護ガラスの中心部に遮光性を有する物質を蒸着することにより、マスク42と同等の機能を持たせることも可能である。

【0020】

また、マスク42は、光を完全に遮光するように構成されていても良いし、光

を部分的に遮光するように構成されていても良い。例えば、マスク 4 2 の光の透過率を周辺に向かうに従い高くなるように構成して、遮光の度合いを中心から周辺に向かうに従い、段階的に少なくなるようにしても良い。このような構成は、例えば、ガラスなどに遮光性を有する物質を蒸着してマスク 4 2 を構成し、その透過の度合いを中心と周辺とで変えることにより実現できる。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、ライトガイド L G の他の構成例を示している。図 5 に示した構成例は、ライトガイド L G を構成する光学繊維 4 1 を、出射端面 3 6 の中心部 4 3 において疎、周縁部において密となるように配置したものである。光学繊維 4 1 の配置をこのような状態にする方法としては、出射端の中心部 4 3 に例えば針状の部材をくさびのように打ち込む方法がある。図 4 のマスク 4 2 を設ける構成では、中心部の光を遮光するので光量の損失が生じるが、図 5 に示した構成では、すべての光学繊維 4 1 からの光を利用することができるので、光量の損失がないという利点がある。

【 0 0 2 2 】

以上のような構成を有する内視鏡 1 0 では、ライトガイド L G の出射端から、出射光が、周辺部の光の量に比べて中心部の光の量が相対的に少ない状態で出射される。これにより、従来明るくなりがちだった中心部の光量が落とされる。ライトガイド L G からの出射光は、次に、照明光学系 3 0 に入射して発散させられる。照明光学系 3 0 を出射後の光線の発散角は、ライトガイド L G の出射端面 3 6 を出射後の光線の発散角よりも大きくなる。また、照明光学系 3 0 を通過することによって、光線の配光分布が均一化される。本実施の形態では、ライトガイド L G の出射端において中心部の光の量が相対的に少ない状態で出射されるので、照明光学系 3 0 を経たあとの配光分布が、従来に比べて視野の中心から周辺まで平坦化される。このようにして、照明光学系 3 0 によって発散され、配光分布が均一化された光が、照明窓 2 2 (図 2) を介して照明光として観察対象物に照明される。照明された観察対象物は、先端硬質部 1 2 C の観察窓 2 1 から観察される。

【 0 0 2 3 】

〔実施例〕

次に、本実施の形態に係るライトガイドLGによって得られる配光分布の具体的な数値実施例について説明する。なお、本実施例は、ライトガイドLGが視野角140度の内視鏡に使用されることを想定したものである。

【0024】

＜実施例1＞

まず、第1の実施例として、図6に示したように、ライトガイドLGの出射端側に凹面を向けた凹レンズからなる照明光学系30Aを使用した例について示す。凹レンズの径や凹面の曲率半径の値は図示した通りである。なお、図中の数値の単位はミリメートルである。凹レンズを構成するガラスのd線（波長 $\lambda_d=587.6\text{nm}$ ）に対する屈折率 N_d は、1.883となっている。ライトガイドLGのコア径は、1.55mmである。

【0025】

図7は、図6に示した構成の照明系についての配光特性（配光分布）を数値で示したものである。また、図8は、図9に示した配光特性を示す数値を、横軸を角度、縦軸を光量比としたグラフ上にプロットしたものである。図7では、図6に示した構成の照明系において、ライトガイドLGの出射端面36に、径が0.4mmのマスクを設けた場合の配光特性が“実施例1-1”の項目に示されている。なお、図7および図8では、実施例1-1に対する比較例についての配光特性も同時に示されている。比較例としては、図6に示した構成の照明系においてライトガイドLGの出射端にマスクを設けなかった場合（比較例1A）と、ライトガイドLGのコア径を小さくした場合（比較例1B）との2つを示す。比較例1Bは、本実施例とは逆に、ライトガイドLGの周辺部にマスクを設けて周辺部の光を遮光した場合を想定したものであり、ライトガイドLGのコア径を1.35mmとしている。

【0026】

図7において、“角度”は、光軸Z0に対する角度を示す。“入射”の項目で示した数値は、ライトガイドLGの出射端面36から出射された光の配光、すなわち、照明光学系30Aに入射する光についての配光を示す。“実施例1-1”、

“比較例 1 A” および “比較例 1 B” の項目で示した数値は、“入射”の項目で示した配光状態でライトガイド LG の出射端面 3 6 から照明光学系 3 0 A に入射した光が、照明光学系 3 0 A を通過したあとの状態における配光を示す。各項目について、配光を示す数値は、最も光量の大きい角度での光量を 1 0 0 としたときの各々の角度での光量比の値である。

【 0 0 2 7 】

なお、図 7 は、ライトガイド LG からの配光分布の角度を比較的狭くした例を示している。より具体的には、ライトガイド LG のコア、クラッドを構成する媒質の屈折率がそれぞれ 1.62、1.52 で、開口数 $NA = 0.56$ ($\theta = 34$ 度) を想定したものである。

【 0 0 2 8 】

ここで、ライトガイド LG の出射端からの配光分布は、入射端側の光源の配光による影響も大きい。しかしながら、ライトガイド LG の NA はライトガイド LG のコア、クラッドを構成する媒質の屈折率で決まる。すなわち、ライトガイド LG のコア、クラッドを構成する媒質の屈折率をそれぞれ n_1 、 n_2 とすると、

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = \sin \theta$$

である。 θ は、ライトガイド LG への照明光の入射角である。

【 0 0 2 9 】

一方、ライトガイド LG からの配光分布の角度を比較的広くした例を図 9 および図 1 0 に示す。図 9 は、図 7 と同様に、配光特性（配光分布）を数値で示したものである。図 1 0 は、図 9 に示した配光特性を示す数値を、横軸を角度、縦軸を光量比としたグラフ上にプロットしたものである。図 9 における各数値の示す意味は図 7 と同様である。

【 0 0 3 0 】

図 9 では、ライトガイド LG のコア、クラッドを構成する媒質の屈折率がそれぞれ 1.66、1.48 で、開口数 $NA = 0.76$ ($\theta = 50$ 度) を想定している。図 9 では、図 7 の例と同様に、図 6 に示した構成の照明系において、ライトガイド LG の出射端面に、径が 0.4 mm のマスクを設けた場合の配光特性が“実施例 1-2”の項目に示されている。また、図 9 および図 1 0 では、実施例 1-2 に対する 2 つの

比較例 1 A, 1 B についての配光特性も同時に示されている。比較例 1 A, 1 B の条件については NA の値が 0.76 であること以外は図 7 の例と同様である。

【0031】

<実施例 2>

次に、第 2 の実施例として、図 11 に示したように、ライトガイド LG の出射端側に凸レンズ系からなる照明光学系 30B を使用した例について示す。

【0032】

図 11 において、符号 R_i は、最も出射端側（ライトガイド LG の出射端側）の面を 1 番目として、観察側に向かうに従い順次増加する i 番目の面の曲率半径を示す。符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸上の面間隔を示す。

【0033】

本実施例で使用した照明光学系 30B は、ライトガイド LG の出射端側から順に、光学素子 31 と、2 つの平凸レンズ 32, 33 とを備えている。2 つの平凸レンズ 32, 33 は、互いに組レンズの構成をなしている。平凸レンズ 32 は、観察側に凸面を向けている。もう一方の平凸レンズ 33 は、ライトガイド LG の出射端側に凸面を向けている。

【0034】

光学素子 31 は、ロッドレンズ状のものであり、中心部の部材であるコア 31A の周りにコア 31A よりも屈折率の低いクラッド 31B を配設した構成となっている。光学素子 31 は、全体として平凸形状に構成されており、ライトガイド側の面 (R_1) が平面形状、観察側の面 (R_2) が凸形状となっている。光学素子 31 は、観察側の面が凸形状となっていることにより、光の出射側が凸レンズの機能を有している。光学素子 31 は、また、ライトガイド LG の出射端から周辺部（側面部）に入射した光を、その屈折率差によってコア 31A とクラッド 31B との境界面 34 で全反射させる機能を有している。これにより、ライトガイド LG からの光線を照明光として無駄なく使用している。

【0035】

図 12 は、照明光学系 30B の構成を具体的な数値で示している。図 12 における面番号 S_i は、最も出射端側（ライトガイド LG の出射端側）の面を 1 番目

として、観察側に向かうに従い順次増加する面の番号を示している。屈折率 N_d i は、 d 線に対する値を示している。曲率半径 R_i は、図 1 1 に示した符号 R_i と同様に、最も出射端側から i 番目のレンズ面の曲率半径を示している。面間隔 D_i についても、図 1 1 に示した符号 D_i と同様であり、出射端側から i 番目の面 S_i と $i + 1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔を示す。曲率半径 R_i および面間隔 D_i の値の単位はミリメートルである。なお、図中、曲率半径 R_i の値が 0（ゼロ）の面は、面形状が平面であることを示す。また、図 1 2 には、ライトガイド LG の最も出射端側に配置された光学素子 3 1 のコア径 ϕ の値についても示す。

【0036】

図 1 3 は、図 1 1 に示した構成の照明系についての配光特性（配光分布）を数値で示したものである。また、図 1 4 は、図 1 3 に示した配光特性を示す数値を、横軸を角度、縦軸を光量比としたグラフ上にプロットしたものである。図 1 3 における各数値の示す意味は図 7 と同様である。

【0037】

図 1 3 では、図 1 1 に示した構成の照明系において、ライトガイド LG の出射端面 3 6 に、径が 0.4 mm のマスクを設けた場合の配光特性が“実施例 2-1”の項目に示されている。なお、図 1 3 および図 1 4 では、実施例 2-1 に対する比較例についての配光特性も同時に示されている。比較例としては、図 1 1 に示した構成の照明系において、実施例 1 と同様に、ライトガイド LG の出射端にマスクを設けなかった場合（比較例 2 A）と、ライトガイド LG のコア径を小さくした場合（比較例 2 B）との 2 つを示す。比較例 2 B は、本実施例とは逆に、ライトガイド LG の周辺部にマスクを設けて周辺部の光を遮光した場合を想定したものであり、ライトガイド LG のコア径を 1.35 mm としている。

【0038】

なお、図 1 3 は、ライトガイド LG からの配光分布の角度を比較的狭くした例を示している。より具体的には、ライトガイド LG のコア、クラッドを構成する媒質の屈折率がそれぞれ 1.62、1.52 で、開口数 $NA = 0.56$ （ $\theta = 34$ 度）を想定したものである。

【0039】

一方、図11に示した構成の照明系において、ライトガイドLGからの配光分布の角度を比較的広くした例を図15および図16に示す。図15は、図13と同様に、配光特性（配光分布）を数値で示したものである。図16は、図15に示した配光特性を示す数値を、横軸を角度、縦軸を光量比としたグラフ上にプロットしたものである。図15における各数値の示す意味は図7と同様である。

【0040】

図15では、ライトガイドLGのコア、クラッドを構成する媒質の屈折率がそれぞれ1.66、1.48で、開口数 $NA=0.76$ （ $\theta=50$ 度）を想定している。図15では、図13の例と同様に、図11に示した構成の照明系において、ライトガイドLGの出射端面に、径が0.4mmのマスクを設けた場合の配光特性が“実施例2-2”の項目に示されている。また、図15および図16では、実施例2-2に対する2つの比較例2A、2Bについての配光特性も同時に示されている。比較例2A、2Bの条件については NA の値が0.76であること以外は図13の例と同様である。

【0041】

以上の実施例から明らかなように、ライトガイドLGの出射端面36にマスクを設けた各実施例の方が各比較例に比べて配光分布の均一化が図られている。さらに、各図に示した配光特性から、以下のことがいえる。従来、照明光学系として多く使用されている凹レンズのみで構成された系は、 NA の大きいライトガイドLGに対して配光の均一化を図るのに有利とされてきた。一方、本実施例のマスクを用いた光学系では、むしろ NA の小さいライトガイドLGに対して配光の均一化、平坦化の効果が大きい（図8、図14）。 NA の大きいライトガイドLGでは、一般に高屈折率の部材をコアに使用するが、高屈折率の部材は着色しやすく、透過率の低下をまねきやすい。また、ライトガイドLGの NA を大きくする場合には、ライトガイドLGの入射端に入射角度の大きい光線を入射させなければならない。これは、光源の大型化と、光源からの光をライトガイドLGに入射させるための光源用光学系の大型化とをまねく。本実施例の光学系では、 NA の小さいライトガイドにおいて均一化、平坦化の効果が大きいので、透過率や光

源側の構成の点において有利であり、ライトガイドLGの低コスト化と光源側の構成の小型化を図ることができる。

【0042】

以上説明したように、本実施の形態のライトガイドLGによれば、出射端面36の中心部から出射される光の量が、出射端面36の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるようにしたので、従来に比べて配光分布の平坦化を図ることができる。

【0043】

また、本実施の形態の内視鏡10によれば、本実施の形態のライトガイドLGによって平坦化された配光分布の照明がなされるので、観察しやすい環境を得ることができる。

【0044】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、本発明によるライトガイドは、内視鏡に限らず、ライトガイドを用いるものに広く適用可能である。

【0045】

また、ライトガイドの出射端に配設する照明光学系は、実施例で示した構成（図6，図11）以外のものであっても良い。他の構成の照明光学系を使用しても、本発明のライトガイドによる配光分布の平坦化の効果を得ることができる。例えば、図11では、単一の光学部材で構成された光学素子31によって、光の反射機能と凸レンズとしての機能とを持たせるようにしたが、光学素子31が有する機能を、光の反射機能を持った光学部材と凸レンズとの2つの部品を用いて構成しても良い。この場合、光学部材による反射機能は、図11の光学素子31と同様に、コア部材とクラッド部材との屈折率差を利用した全反射によるものであっても良いし、光学部材の周囲をメッキすることによる鏡面反射を利用したものであっても良い。また、図11の照明光学系30Bは、すべての構成要素が平凸形状で構成されていたが、少なくとも一つの構成要素が両凸形状であっても良い。

【0046】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のライトガイドまたは請求項 6 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の内視鏡によれば、出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるように構成したので、配光分布の平坦化を図ることができる。

【0 0 4 7】

特に、請求項 2 記載のライトガイドまたは請求項 7 記載の内視鏡によれば、出射端近傍に、出射端面の中心部から出射される光を部分的または完全に遮る遮光手段を設けることにより、出射端面の中心部から出射される光の量を抑制するようにしたので、従来のライトガイドを利用することも可能であり簡便である。

【0 0 4 8】

また特に、請求項 3 記載のライトガイドまたは請求項 8 記載の内視鏡によれば、光学繊維を、出射端面の中心部において疎、周縁部において密となるように配置するようにしたので、すべての光学繊維からの光を利用することができ、光量の損失がない。これにより、光量を損失させることなく、配光分布の平坦化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る内視鏡の概略を示す全体構成図である。

【図 2】

図 1 に示した内視鏡における挿入部の先端部分の概略構成を示す外観図である。

【図 3】

本発明の一実施の形態に係るライトガイドおよびその照明光学系の構成を一部破断して示す外観図である。

【図 4】

本発明の一実施の形態に係るライトガイドの出射端面の構成例を示す外観図である。

【図 5】

本発明の一実施の形態に係るライトガイドの出射端面の他の構成例を示す外観図である。

【図 6】

本発明の一実施の形態に係るライトガイドによって得られる配光分布の第 1 の具体的な数値実施例（実施例 1）に使用した照明光学系の構成を示す断面図である。

【図 7】

ライトガイドの NA を 0.56 とし、図 6 に示した構成の照明系を使用して得られた配光特性を示す説明図である。

【図 8】

図 7 に示した配光特性を示す数値をグラフ化して示す特性図である。

【図 9】

ライトガイドの NA を 0.76 とし、図 6 に示した構成の照明系を使用して得られた配光特性を示す説明図である。

【図 1 0】

図 9 に示した配光特性を示す数値をグラフ化して示す特性図である。

【図 1 1】

本発明の一実施の形態に係るライトガイドによって得られる配光分布の第 2 の具体的な数値実施例（実施例 2）に使用した照明光学系の構成を示す断面図である。

【図 1 2】

図 1 1 に示した照明光学系の構成を具体的な数値で示した説明図である。

【図 1 3】

ライトガイドの NA を 0.56 とし、図 1 1 に示した構成の照明系を使用して得られた配光特性を示す説明図である。

【図 1 4】

図 1 3 に示した配光特性を示す数値をグラフ化して示す特性図である。

【図 1 5】

ライトガイドのNAを0.76とし、図11に示した構成の照明系を使用して得られた配光特性を示す説明図である。

【図16】

図15に示した配光特性を示す数値をグラフ化して示す特性図である。

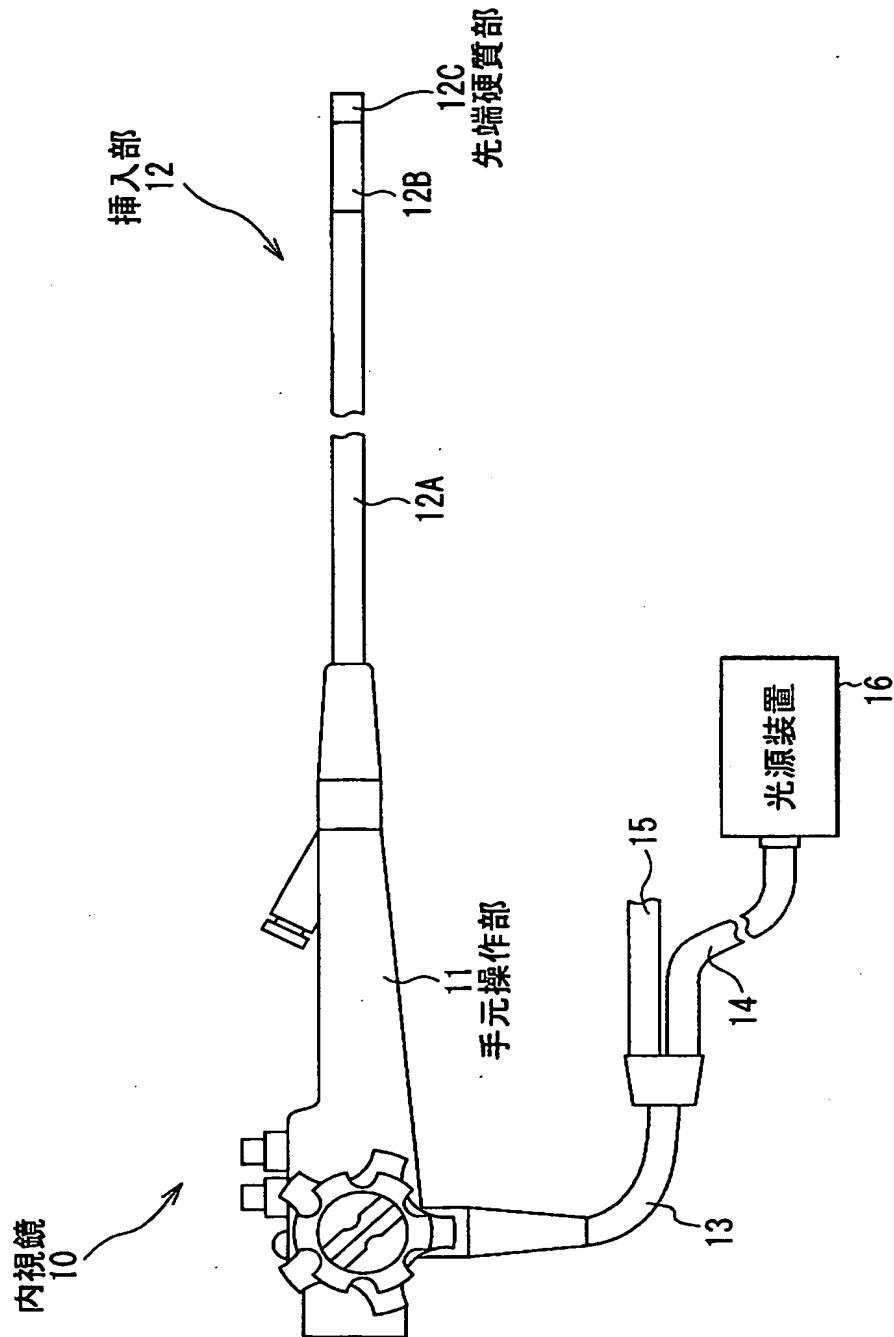
【符号の説明】

LG…ライトガイド、10…内視鏡、11…手元操作部、12…挿入部、12A…軟性部、12B…アングル部、12C…先端硬質部、16…光源装置、21…観察窓、22A、22B…照明窓、30、30A、30B…照明光学系、36…出射端面、41…光学繊維、42…マスク。

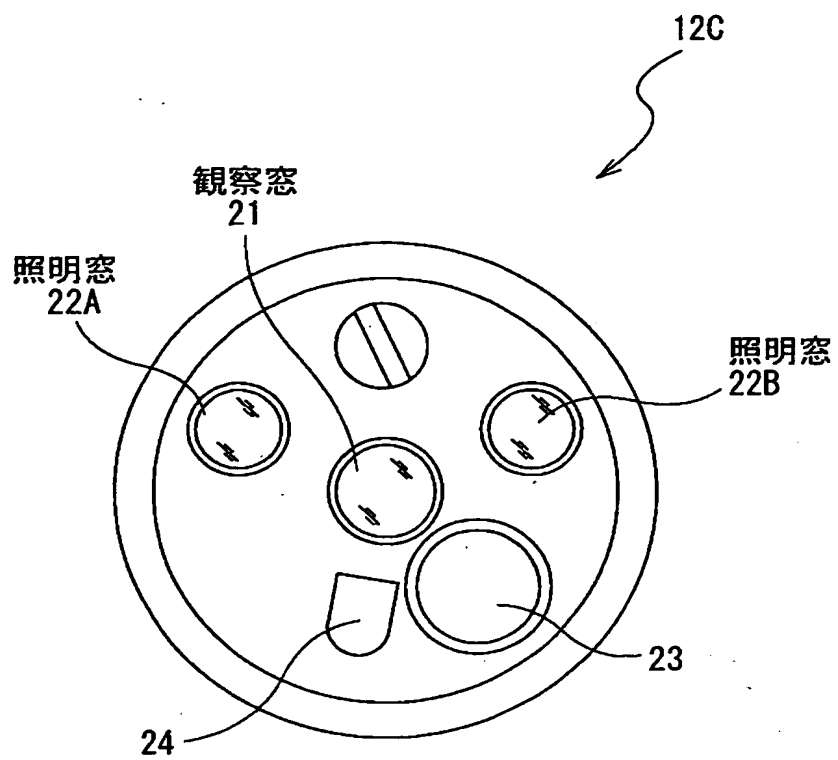
【書類名】

図面

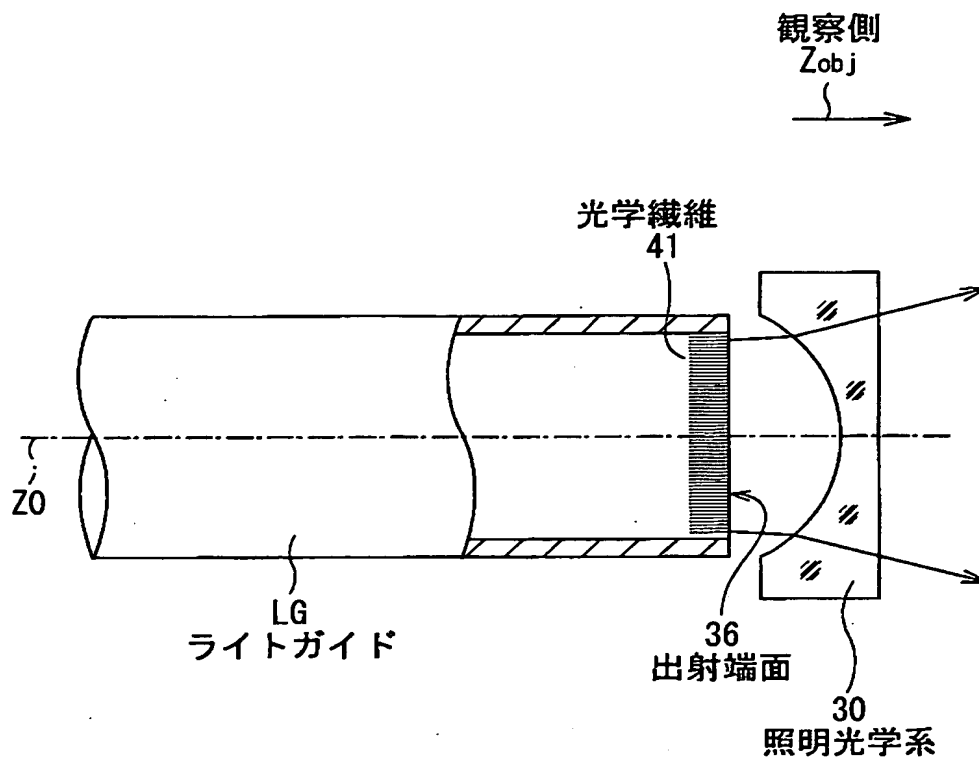
【図 1】



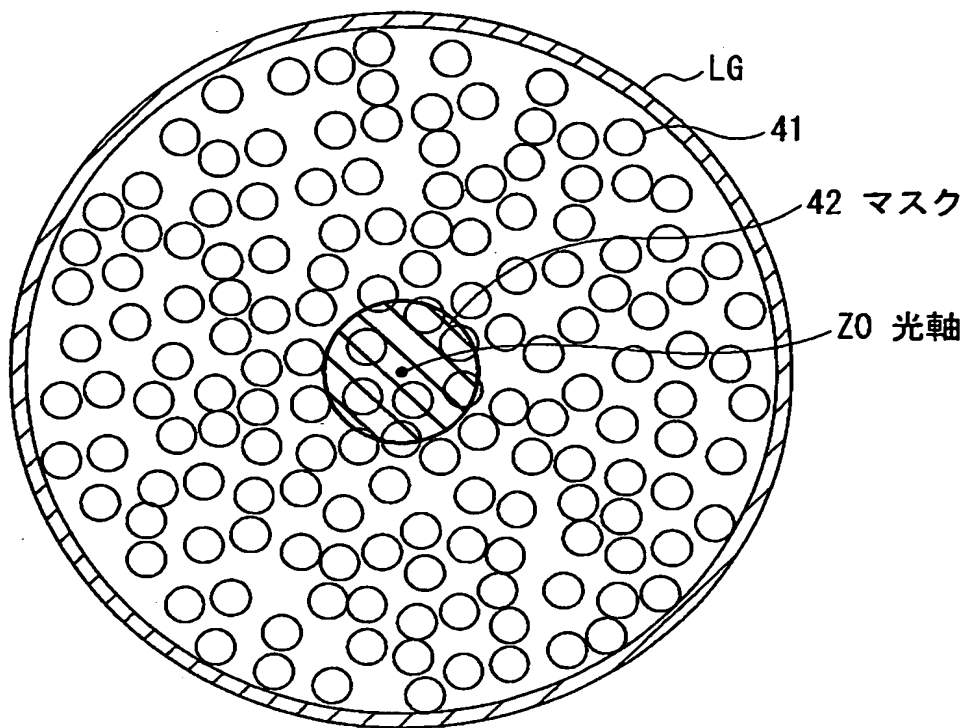
【図 2】



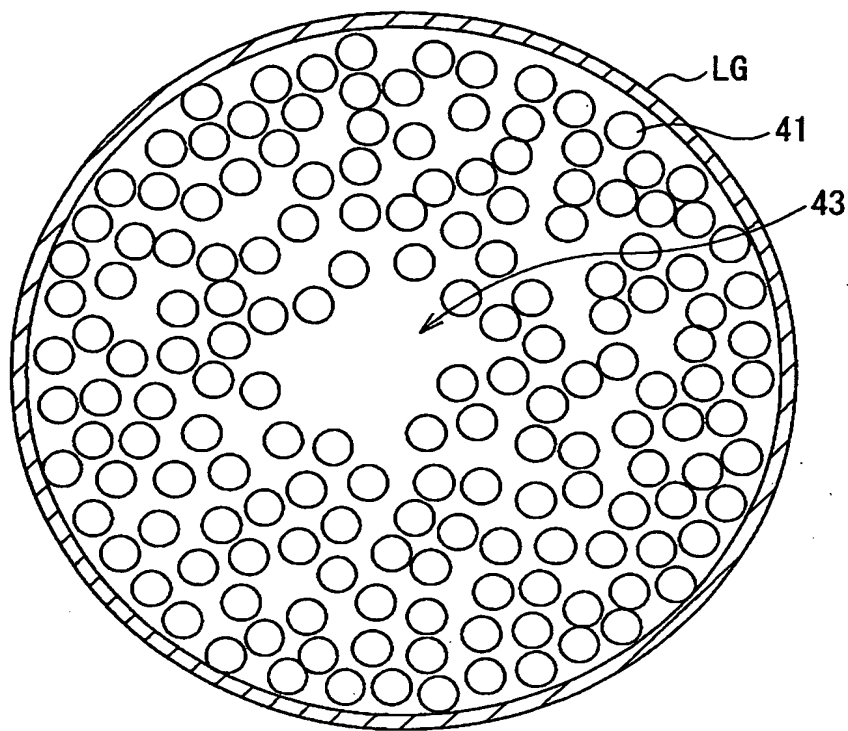
【図 3】



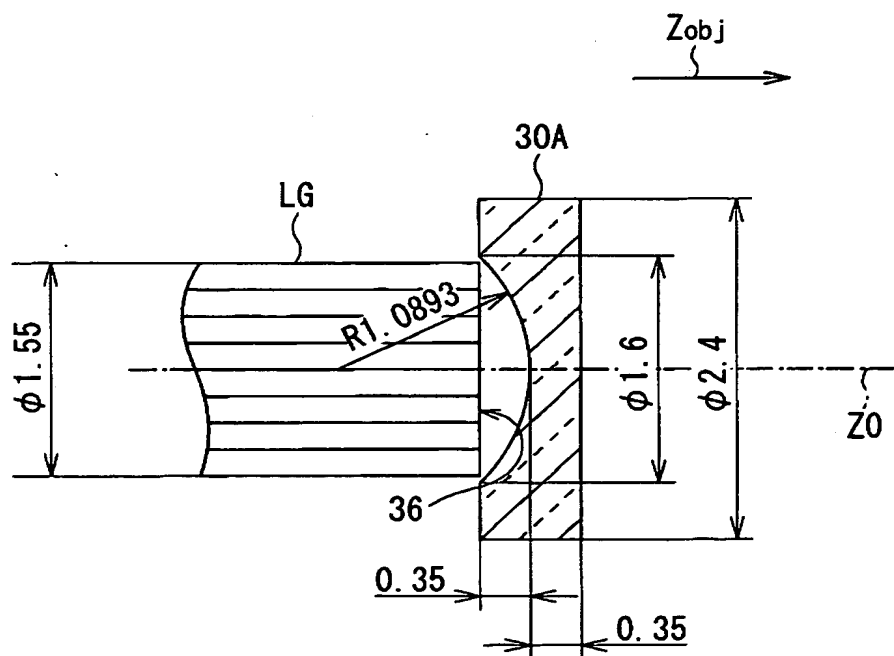
【図 4】



【図 5】



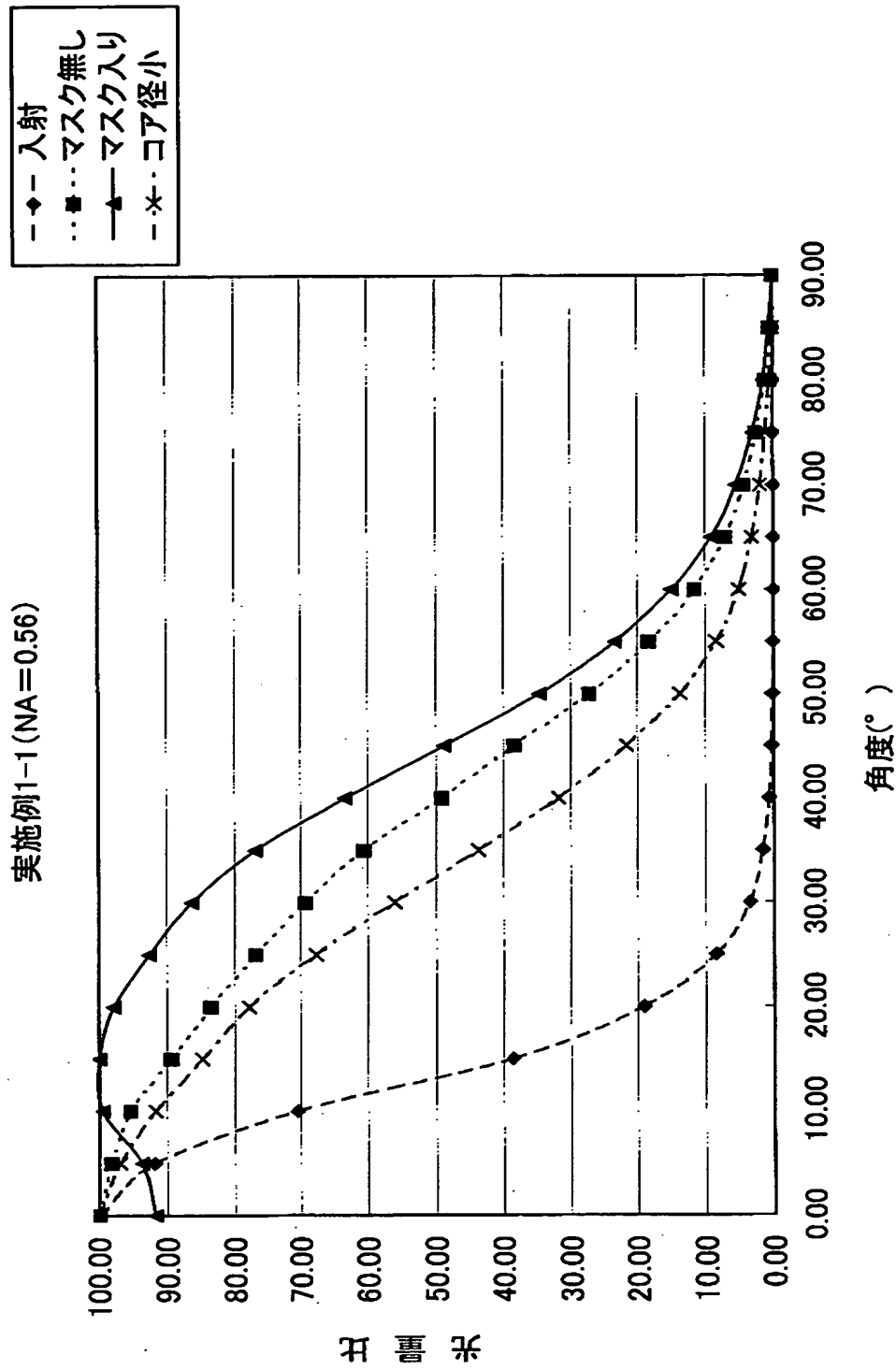
【図 6】



【図 7】

角度(°)	入射 (NA=0.56)	比較例1A (マスク無し)	実施例1-1 (マスク入り, マスク径0.4mm)	比較例1B (コア径小, コア径1.35mm)
0.00	100.00	100.00	91.74	100.00
5.00	91.84	98.16	93.73	96.98
10.00	70.50	95.40	99.49	91.73
15.00	38.57	89.38	100.00	84.91
20.00	19.10	83.61	97.86	77.87
25.00	8.54	76.90	92.60	67.74
30.00	3.60	69.33	86.43	56.06
35.00	1.57	60.53	76.93	43.67
40.00	0.70	49.18	63.33	31.87
45.00	0.34	38.37	48.81	21.72
50.00	0.20	27.26	34.73	13.87
55.00	0.08	18.31	23.42	8.48
60.00	0.00	11.63	15.11	5.20
65.00	0.00	7.18	9.16	3.19
70.00	0.00	4.41	5.60	1.93
75.00	0.00	2.49	3.10	1.08
80.00	0.00	1.15	1.41	0.49
85.00	0.00	0.47	0.57	0.20
90.00	0.00	0.00	0.00	0.00

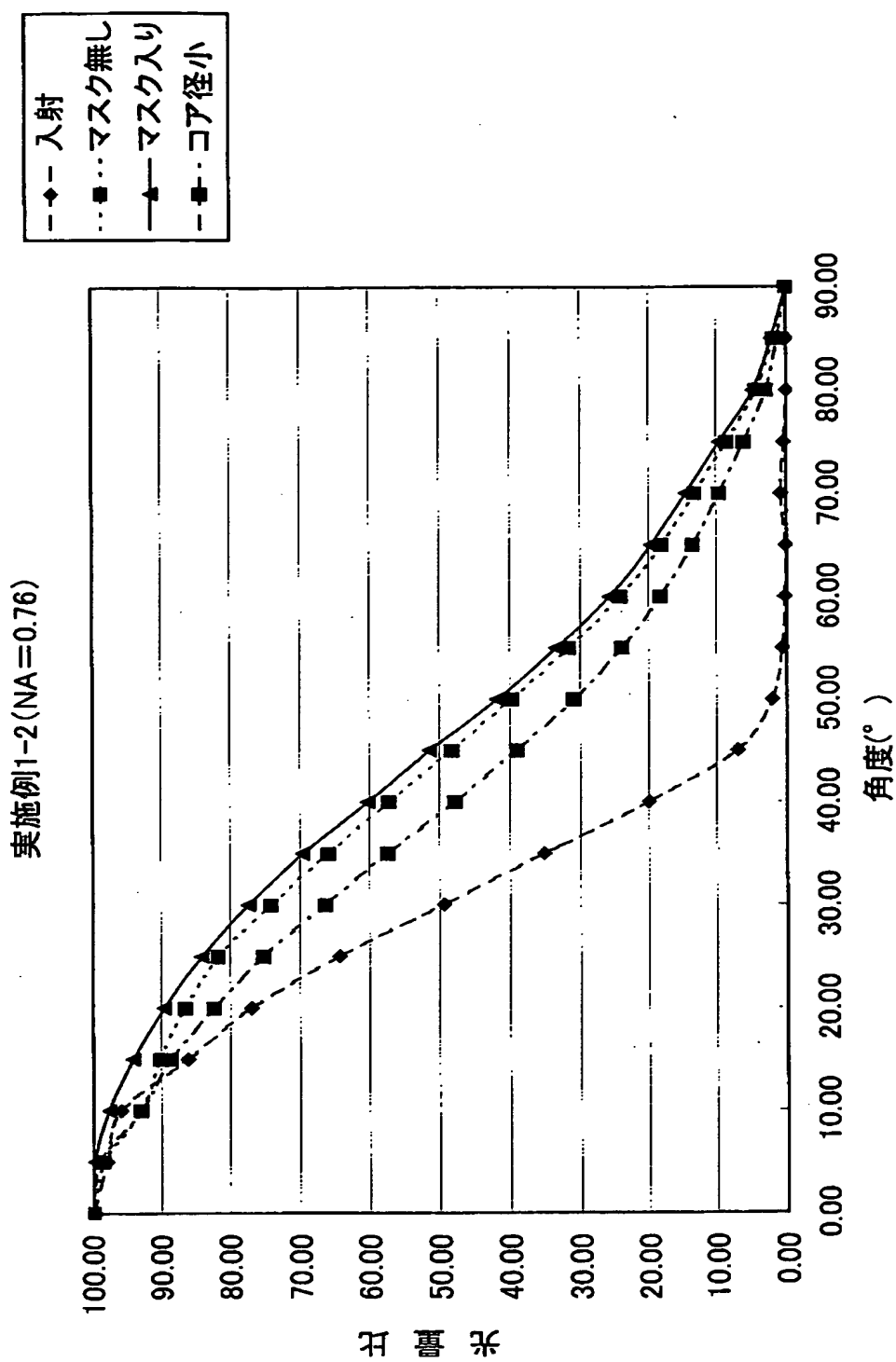
【図 8】



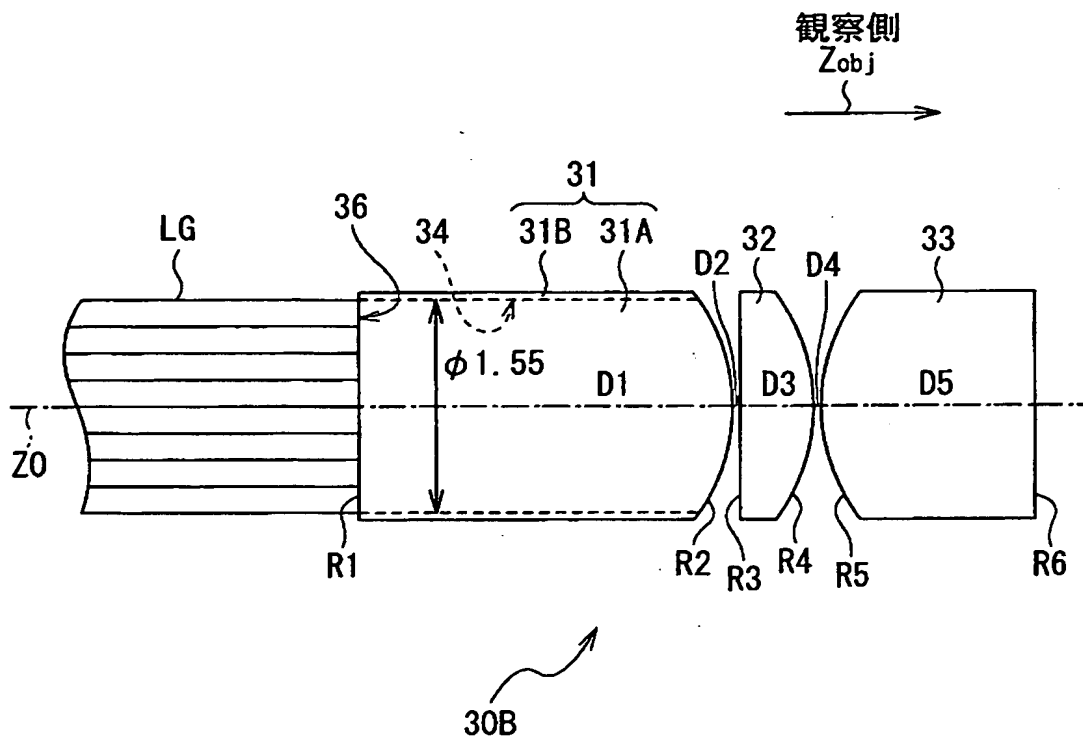
【図 9】

角度(°)	入射 (NA=0.76)	比較例1A (マスク無し)	実施例1-2 (マスク入り, マスク径0.4mm)	比較例1B (コア径小, コア径1.35mm)
0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5.00	97.93	98.38	99.82	99.04
10.00	95.86	92.92	97.62	92.97
15.00	86.09	90.22	94.11	88.58
20.00	76.96	86.52	89.54	82.37
25.00	64.35	81.79	84.08	75.28
30.00	49.39	74.26	77.42	66.41
35.00	35.05	65.99	69.62	57.37
40.00	20.00	57.24	60.22	47.83
45.00	7.02	48.27	51.34	38.99
50.00	2.07	39.72	41.76	30.87
55.00	0.63	31.63	33.36	23.97
60.00	0.25	24.21	25.73	18.25
65.00	0.13	18.06	19.65	13.47
70.00	0.80	13.21	14.50	9.62
75.00	0.40	8.53	9.56	6.05
80.00	0.00	4.32	4.76	2.92
85.00	0.00	1.81	2.09	1.28
90.00	0.00	0.00	0.00	0.00

【図10】



【図 1 1】



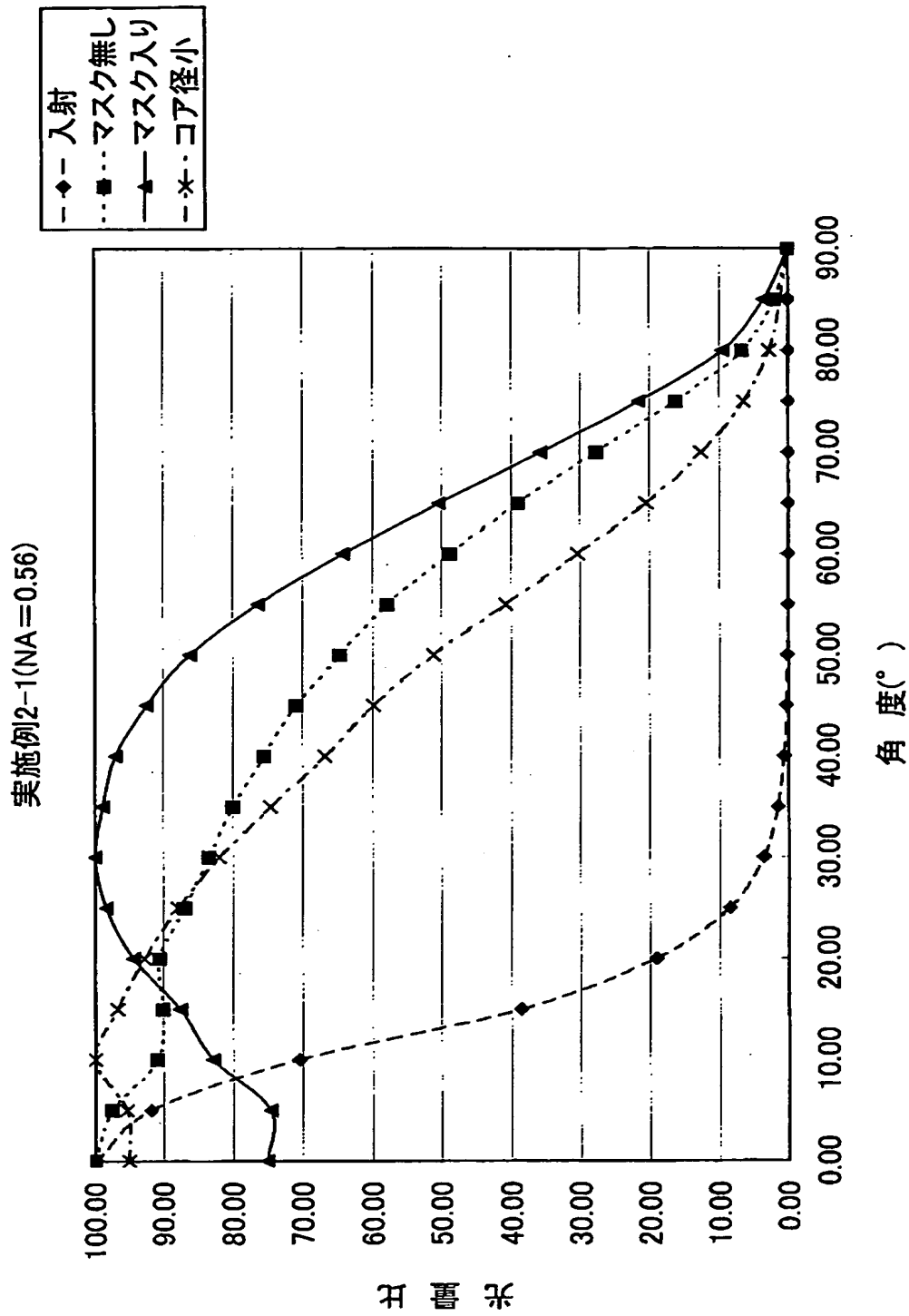
【図 1 2】

実施例2 (コア径 $\phi = 1.55$)			
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ni (屈折率)
1	0	2.4	1.62 (コア) 1.52 (クラッド)
2	-1.426	0.1	
3	0	0.6	1.883
4	-1.538	0.1	
5	1.538	1.5	1.883
6	0		

【図 1 3】

角度(°)	入射 (NA=0.56)	比較例2A (マスク無し)	実施例2-1 (マスク入り, マスク径0.4mm)	比較例2B (コア径小, コア径1.35mm)
0.00	100.00	100.00	75.13	95.11
5.00	91.84	97.49	74.61	95.40
10.00	70.50	90.90	82.93	100.00
15.00	38.57	90.03	87.60	96.73
20.00	19.10	90.60	94.42	92.90
25.00	8.54	86.95	98.31	87.91
30.00	3.60	83.48	100.00	82.03
35.00	1.57	80.01	98.83	74.60
40.00	0.70	75.57	97.01	66.85
45.00	0.34	70.90	92.47	59.89
50.00	0.20	64.64	86.18	51.15
55.00	0.08	57.88	76.41	40.75
60.00	0.00	48.79	64.23	30.38
65.00	0.00	38.94	50.37	20.45
70.00	0.00	27.75	35.83	12.56
75.00	0.00	16.20	21.58	6.47
80.00	0.00	6.72	9.60	2.78
85.00	0.00	2.03	3.58	1.10
90.00	0.00	0.00	0.00	0.00

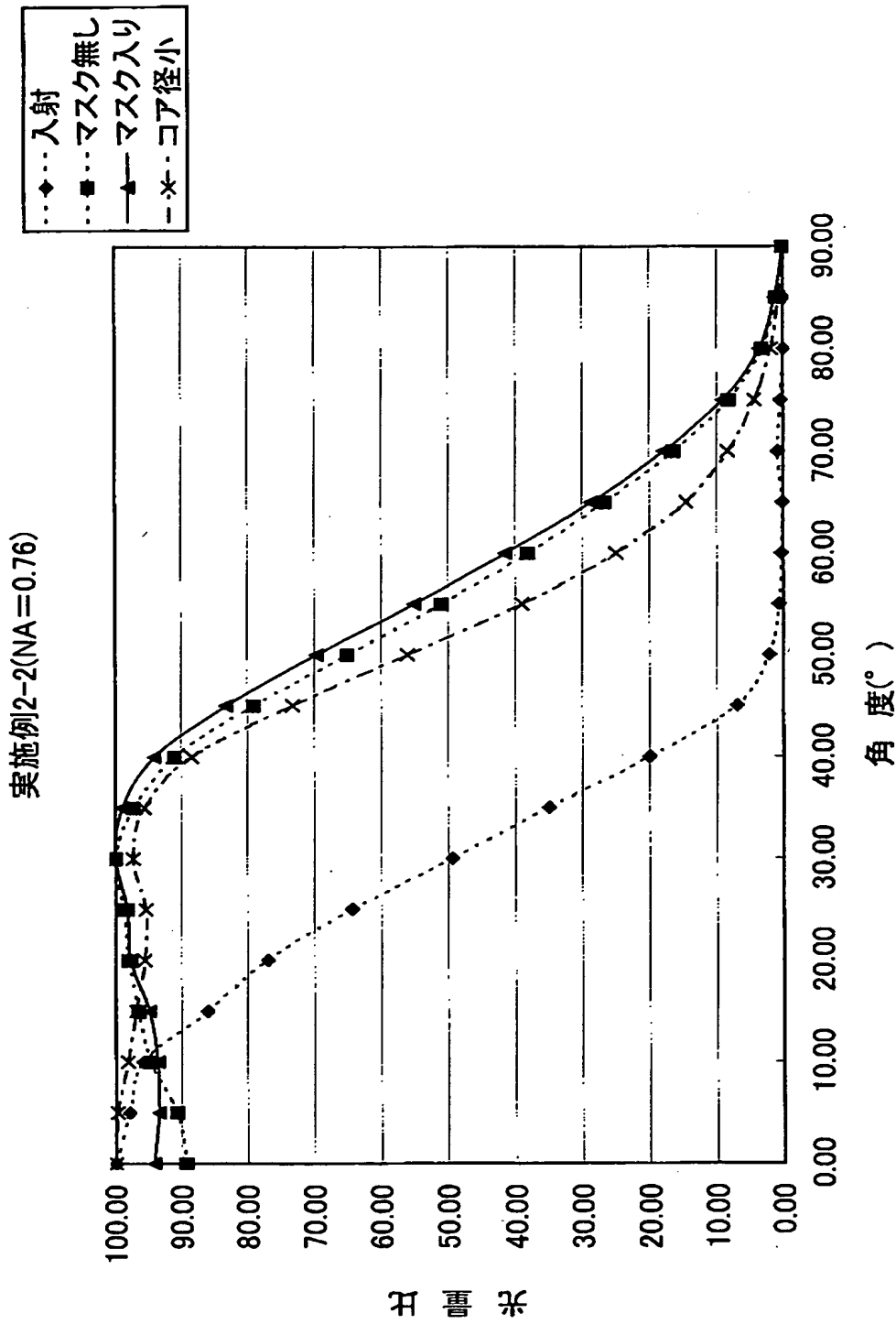
【図14】



【図 1 5】

角度(°)	入射 (NA=0.76)	比較例2A (マスク無し)	実施例2-2 (マスク入り)	比較例2B (コア径小, コア径1.35mm)
0.00	100.00	89.31	94.23	100.00
5.00	97.93	90.68	93.50	99.73
10.00	95.86	94.73	93.62	98.18
15.00	86.09	96.55	94.92	96.92
20.00	76.96	98.00	97.74	95.66
25.00	64.35	98.79	98.22	95.47
30.00	49.39	100.00	100.00	97.33
35.00	35.05	97.27	98.95	95.70
40.00	20.00	90.95	94.14	88.52
45.00	7.02	79.05	83.21	73.21
50.00	2.07	64.99	69.69	56.09
55.00	0.63	50.98	55.09	39.01
60.00	0.25	38.10	41.55	25.01
65.00	0.13	26.68	28.68	14.55
70.00	0.80	16.42	17.89	8.42
75.00	0.40	8.28	9.11	4.32
80.00	0.00	3.13	3.54	1.80
85.00	0.00	0.96	1.16	0.69
90.00	0.00	0.00	0.00	0.00

【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ライトガイドにおける配光分布の平坦化を図る。

【解決手段】 ライトガイドLGにおいて、出射端面の中心部から出射される光の量が、出射端面の周辺部から出射される光の量に比べて相対的に少なくなるようにする。例えば、ライトガイドLGの出射端近傍に、光を遮光するマスク42を設ける。マスク42は、例えば円形のものであり、光軸Z0を中心として配置されている。マスク42が設けられていることにより、出射端面における中心部の出射光が光軸Z0を中心として遮光される。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-386973
受付番号	50001643405
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成13年 1月 5日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005430
【住所又は居所】	埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地
【氏名又は名称】	富士写真光機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	三反崎 泰司
----------	--------

【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階 翼国際特許事務所

【氏名又は名称】	藤島 洋一郎
----------	--------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社
2. 変更年月日 2001年 5月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社